

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

# ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**Материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов  
УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования  
Международного Дня ГИС 2017**

Минск, 15 ноября 2017 г.

Ответственный редактор  
Н. В. Жуковская

МИНСК  
2017

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук Н. В. Жуковская (отв. редактор),  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н. В. Клебанович,  
доктор географических наук, профессор Н. К. Чертко,  
кандидат географических наук, доцент Д. М. Курлович,  
кандидат географических наук, доцент Н. В. Ковальчик,  
кандидат географических наук, доцент А. А. Карпиченко,  
кандидат географических наук, доцент Л. И. Смыкович,  
О. М. Ковалевская, А. С. Семенюк, А. А. Сазонов

Рецензенты:

кандидат географических наук, доцент А. А. Топаз,  
кандидат геолого-минералогических наук, доцент В. Э. Кутырло.

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2017, Минск, 15 ноябр. 2017 г. / редкол. : Н. В. Жуковская (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2017. – 123 с.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2017 на географическом факультете Белорусского государственного университета.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

ÓБелорусский государственный университет, 2017  
ÓКоллектив авторов, 2017

# **СОЗДАНИЕ И АНАЛИЗ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГИС (НА ПРИМЕРЕ МАТЕРИАЛОВ КИТАЙСКИХ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ)**

**А. А. Лукашик**

студент 5-го курса кафедры геодезии и картографии географического факультета  
Белорусского государственного университета

**Е. В. Казяк**

старший преподаватель кафедры геодезии и картографии географического факультета  
Белорусского государственного университета

Одним из существенных преимуществ технологий систем автоматизированного проектирования (далее – САПР) и географических информационных систем (далее – ГИС) над обычными «бумажными» картографическими методами исследований является возможность создания пространственных моделей в трех измерениях. Основными координатами в таких ГИС-моделях помимо широты и долготы служат также данные о высоте. При этом система может оперировать с десятками и сотнями тысяч высотных отметок, а не с единицами и десятками, что было возможно и при использовании методов традиционной картографии.

В связи с доступностью быстрой компьютерной обработки больших массивов высотных данных становится реально выполнимой задача создания максимально приближенной к действительности цифровой модели рельефа (далее – ЦМР). На основе ЦМР, в свою очередь, возможно быстрое создание серии тематических карт важнейших морфометрических показателей: гипсометрической карты, карт крутизны и экспозиций склонов, а на их основе и карт эрозионной опасности, направлений поверхностного стока, геохимической миграции элементов, устойчивости ландшафтов и т.п. Это делает информацию о рельефе важным элементом при градостроительном проектировании. В настоящей работе, на примере территорий, располагаемых в юго-западном Китае, были рассмотрены способы создания и анализа цифровой модели рельефа. Выбор объекта обусловлен имеющейся информацией на территорию высокой детальности и сложным рельефом поверхности [1].

На исследуемую территорию были предоставлены чертежи в формате DWG. Данные чертежи является проектом детальной планировки, составленный по результатам тахеометрической съемки. В каждом чертеже содержатся отметки высот, горизонтالي, структурные линии.

Для создания поверхности был выбран способ нерегулярной триангуляционной сети (далее – TIN). В пределах каждого треугольника модели TIN поверхность обычно представляется плоскостью. Поскольку поверхность каждого треугольника задается высотами трех его вершин, применение треугольников обеспечивает каждому участку мозаичной поверхности точное прилегание к смежным участкам. Это обеспечивает непрерывность поверхности при нерегулярном расположении точек. При этом каждый треугольник модели помимо информации о высоте имеет атрибуты угла наклона и экспозиции, что позволяет быстро

построить на базе одной модели TIN несколько тематических карт – гипсометрическую, уклонов, экспозиций – и дает возможность сделать различные виды сложного пространственного анализа, например расчет путей геохимических миграций на основе поверхностного стока [2].

Построение TIN-модели происходило в программном продукте Autodesk AutoCAD Civil 3D, который является специализированным приложением для проектирования объектов инфраструктуры и создания документации, предназначенной для землеустроителей, проектировщиков генплана и линейных сооружений [3].

Для создания ЦМР необходимо обработать или создать следующие данные: отметки высот, горизонталы, отметки урезов воды и структурные линии (бровки, террасы, откосы, водоразделы, ложбины стока).

Данные с DWG – чертежа были конвертированы в shp.-файлы, удобные для редактирования, и привязаны в ArcGIS ArcMap с помощью инструментов векторной трансформации, к растровому изображению, используя простейший метод трансформации – аффинное преобразование.

После этого, в Civil3D произведено построение при помощи функций в «Области инструментов» → «поверхности» → «объекты чертежа». Таким образом, чтобы при создании цифровой модели рельефа добавлялись точки и горизонталы (как объекты чертежа) в созданную поверхность и, автоматически, построить TIN-модель. Но, исходя из опыта создания поверхностей, необходимо создать две поверхности по данным ГИС с указанием высот из атрибутивного поля “elevation”: из точек и горизонталей, а затем соединить в новой поверхности. Этот алгоритм позволяет избежать потери части атрибутивных данных высот, созданных в ArcGIS точек и полилиний.

Поскольку конфигурация треугольников была не корректная, выполнена переброска ребер треугольников для правильной интерполяции горизонталей и построения поверхности.

Затем, необходимо было скорректировать модель, построив коридоры трассы. В этом случае, набор функций Autodesk Civil 3D позволяет выполнить эту задачу оперативно. Построение выполняется следующим путем:

1. Прорисовывается трасса, по которой пройдет коридор дорожного полотна. Операция выполняется при помощи трассировки прямой или параметрической кривой.
2. Строится профиль поверхности дороги. Информация о высотах автоматически подхватывается из поверхности, по которой проходит трасса.
3. По профилю строится проектный профиль дороги.
4. Создается поперечный профиль дороги. Строится путем создания новой конструкции. Здесь мы задаем профиль дорожного полотна относительно оси дороги. Наиболее простой вариант – это простое дорожное полотно и выемка/откос с кюветом.
5. Прокладывается коридор дороги (рисунок 1).
6. Последним этапом является создание поверхности коридора по нижним звеньям. Для построения поверхности в пределах коридора задаются границы из коридора.

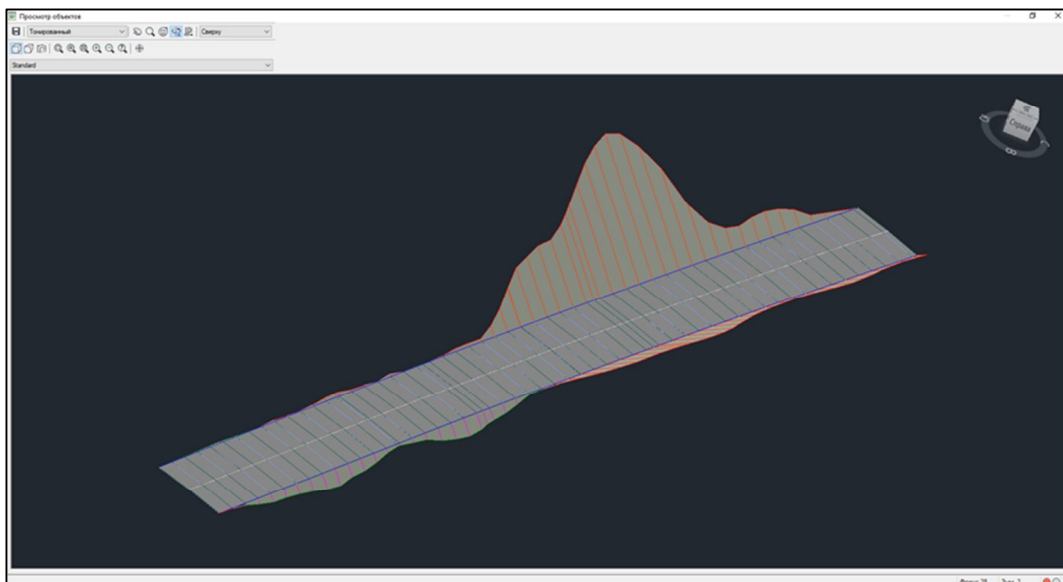


Рисунок 1 – Поверхность коридора трассы в AutoCAD Civil 3D

Полученную поверхность можно объединять с уже имеющимися. Удобство программы заключается в оперативной возможности перестроить поверхность, при перестроении коридора.

В Civil 3D предусмотрено несколько типов анализа компонентов поверхности: анализ горизонталей, направлений, отметок, откосов (в том числе анализ с применением стрелок откоса), водосборов и стоков воды [4].

В отличие от ArcGIS анализ поверхности происходит путем смены стиля поверхности. Civil 3D автоматически перестраивает поверхность и изменяет результаты анализа компонентов. Такой подход позволяет лучше увидеть артефакты исходных материалов, например, высотных отметок или горизонталей и исправить ошибки.

В результате работы были построены 4 карты наиболее удачным образом отражающие следующие показатели: гипсометрия, крутизна склонов, экспозиция по повторяемости ветров и освещенности, направление стока (рисунок 2).

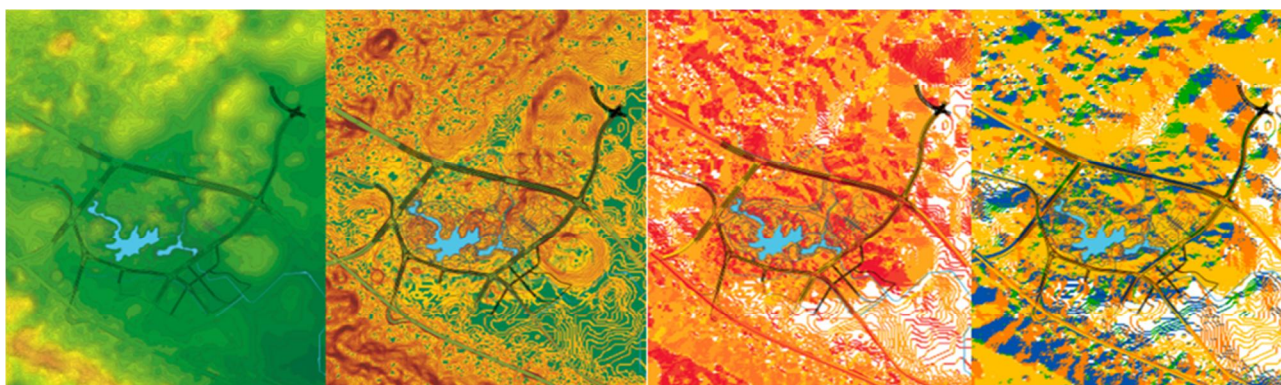


Рисунок 2 – Способы визуализации цифровой модели рельефа в Civil 3D (гипсометрия, уклоны, экспозиция склонов, направление стока)

Главным недостатком стилей поверхностей Civil 3D является отсутствие возможности редактирования стиля шкалы, а стандартные наборы шкал облада-

ют низкой выразительностью и читаемостью. Вследствие этого приходится редактировать шкалу для каждой новой созданной поверхности.

Далее карты были экспортированы в формате .pdf в масштабе 1 : 10 000 для редактирования компоновки.

Таким образом, на основе данных высот и горизонталей была построена и скорректирована цифровая модель рельефа, которая впоследствии была проанализирована по уклонам, гипсометрии и экспозиции склонов.

Также можно сделать вывод, что инструменты построения и анализа рельефа программы AutoCAD Civil 3D позволяют с высокой детальностью дать информацию о рельефе территории, автоматическое перестроение поверхности позволяет интерактивно корректировать цифровую модель рельефа, стили отображения поверхности являются результатом анализа поверхности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хромых, В.В. Цифровые модели рельефа: Учебное пособие / В.В. Хромых, О.В. Хромых. – Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007. – 178 с.
2. Программа для проектирования объектов инфраструктуры | AutoCAD Civil 3D | Autodesk // Autodesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autodesk.ru/products/autocad-civil-3d/overview>. – Дата доступа: 26.10.2017.
3. Новаковский, Б.А. Цифровые модели рельефа реальных и абстрактных геополей / Б.А. Новаковский, С.В. Прасолов, А.И. Прасолова. – М.: Научный мир, 2003. – 64 с.
4. Анализ поверхностей | AutoCAD Civil 3D | Autodesk // Autodesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad-civil-3d/learn-explore/caas/documentation/CIV3D/2013/RUS/filesCUG/GUID-1BA368E5-C20D-4148-B03C-275EEE321FF9-htm.html> – Дата доступа: 26.10.2017.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

**А. А. Лукашик**

студент 5-го курса кафедры геодезии и картографии географического факультета  
Белорусского государственного университета

**Е. В. Казяк**

старший преподаватель кафедры геодезии и картографии географического факультета  
Белорусского государственного университета

Трехмерное моделирование, как новый способ предоставления информации, в последнее время пользуется большой популярностью. Ценность трехмерного моделирования в том, что оно позволяет отобразить в объеме не только существующие, но и проектируемые объекты. Одним из значимых направлений применения трехмерных моделей является информационная поддержка проектных решений. 3D моделирование позволяет опробовать технические решения непосредственно в процессе проектирования, что радикально сокращает временные затраты и существенно повышает качество проектов.